



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Mika Niskanen

Talotekniikkaurakoinnin laadunvarmistuksen kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

25.10.2019

Tekijä Otsikko	Mika Niskanen Talotekniikkaurakoinnin laadunvarmistuksen kehittäminen
Sivumäärä Aika	30 sivua + 3 liitettä 25.10.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-suunnittelu
Ohjaajat	yksikön johtaja Kai Hirvonen lehtori Markku Leino
<p>Insinööritoiminnan tavoitteena oli kehittää kohdeyrityksen laadunvarmistusta talotekniikkaurakoinnissa digitaaliseen muotoon. Tavoitteena oli tehdä Dalux Field -sovelluksen käyttöön yrityksen sisäinen ohjeistus, joka helpottaa uuden sovelluksen käyttöönottoa.</p> <p>Sovelluksen käyttämisen helpottamiseksi tehtiin ohjeistusvideoita, jotka ovat saatavilla, kun projektihenkilö sitä tarvitsee. Videoissa näytetään, kuinka uusi projekti perustetaan sovellukseen, erilaisten laadunvarmistus- ja itselleluovutusdokumenttien luonti sekä sovelluksen pilvipohjaisen projektikansion asentaminen tietokoneelle. Insinööritoiminnassa kehitettiin laadunvarmistuksen dokumenttipohjia sovellukseen.</p> <p>Työn tuloksena tehdyt videot ovat lyhyitä ja informatiivisia. Ne sisältävät myös selostuksen, jolloin tehdyn asian ymmärtäminen helpottuu. Videoiden johdosta sovelluksesta vastaavan tukihenkilön ohjeiden ja koulutuksen tarve väheni. Videot ovat saatavilla työntekijöiden käyttöön yrityksen intranetissä. Työn tuloksena saatiin myös laadunvarmistuksen dokumentit käyttöön uudessa sovelluksessa.</p> <p>Dalux Field -sovellus on erittäin käyttökelpoinen talotekniikkaurakoitsijan projektityökaluna. Sovelluksen tehokkaan käytön opetteluun kannattaa panostaa aikaa, sillä sen avulla voidaan tehostaa paljon erilaisten laadunvarmistuksen dokumenttien laadintaa ja hallintaa. Erityisesti sovelluksen suunnitelmien ja tietomallin sujuvan käsittelyn puhelimella havaittiin helpottavan asentajien ja työnjohtajien työtä.</p>	
Avainsanat	laadunhallinta, laadunvarmistus, digitaalisuus

Author Title	Mika Niskanen Improving Quality Assurance in Building Services Engineering Contracting
Number of Pages Date	30 pages + 3 appendices 25 October 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Engineering
Instructors	Kai Hirvonen, Regional Manager Markku Leino, Senior Lecturer
<p>The aim of this final year project was to develop digital quality assurance of building services contracting in a company that wanted instructions for using a new application. The instructions were meant to simplify the adoption of the Dalux Field application.</p> <p>The instructions were created as videos on the company's intranet. The videos showed how to create a new project in the application, edit checking lists and self-inspection documents, and how to install a cloud based project folder. Check list samples were developed too.</p> <p>As a result of this Bachelor's thesis, not only the videos but also various document samples were created for the Dalux Field application. The instruction videos are short and informative. Thanks to the commentary, it is easy to understand how to use the Dalux Field application. This decreases the workload of the application support person as the employees can find answers through the videos.</p>	
Keywords	quality management, quality assurance, digitalization

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Yleistä	1
1.2	Bravida Finland Oy	1
2	Laatu	3
2.1	Laatu rakennusalalla	5
2.2	Laatu Bravidalla	7
3	Laadunvarmistus rakennushankkeessa	10
3.1	Laite- ja materiaalihyväksyntä	12
3.1.1	Laadunvarmistuksen dokumentit	12
3.1.2	CE-merkintä	12
3.2	Asennustarkastus	13
3.3	Laite- ja asennustapatarkastus	14
3.4	Toimintatarkastus	14
3.5	Vika- ja puutelistat	15
4	Toiminnan varmistus	16
4.1	Toimintakoe	16
4.2	Koekäyttö	16
5	Rakennusalan tuottavuus	18
6	Digitaalisuus	20
6.1	Digitaalisuus rakennusalalla	20
6.2	Digitaalisuus Bravidalla	20
7	Dalux Build -sovelluksen käyttö Bravidalla	22
7.1	Yleistä sovelluksesta	22
7.2	Tärkeimmät ominaisuudet Bravidalle	22
7.2.1	Suunnitelmien ja tietomallin tarkastelu	22
7.2.2	Tiedonkulun helpottaminen	23

7.2.3	Raportointi sekä laadunvarmistuksen ja poikkeamien dokumentit	24
7.2.4	Dalux box -projektikansio	25
7.3	Sovelluksen huonot puolet	25
7.4	Insinööriyön lisäarvo Bravidalle	26
8	Yhteenveto	28
	Lähteet	29
	Liitteet	
	Liite 1. Koepainepöytäkirja	
	Liite 2. Asennustapatarkastuksen dokumentti	
	Liite 3. Työvaiheiden tarkastusdokumentti	

Lyhenteet

BIM	Building Information Model, tietomalli
CE	Conformité Européenne, Euroopan unionin direktiivien mukaisen tuotteen merkintä
EU	Euroopan unioni
ICT	tieto- ja viestintäteknikka
LVI	lämpö-, vesi- ja ilmastointitekniikka
LVIS	lämpö-, vesi-, ilmastointi- ja sähkötekniikka
LVIS+SPR	lämpö-, vesi-, ilmastointi-, sähkö- ja sprinklertekniikka
PMBOK	Project Management Body of Knowledge, projektijohtamisen tietokirja
RYL	rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset
TQM	Total Quality Management, kokonaisvaltaisen laatujohtamisen malli
VR	virtual reality, tekotodellisuus
YSE	rakennusalan yleiset sopimusehdot

1 Johdanto

1.1 Yleistä

Insinööritoiminta tehtiin Bravida Finland Oy:lle, jossa haluttiin kehittää talotekniikkaurakoinnin laadunhallintaa ja -seurantaa. Aihe tuli valituksi insinööritoiminnan aiheeksi, koska urakoitsijoiden on pidettävä kiinni laadusta, vaikka alalla on tällä hetkellä kova kilpailu ja pulaa ammattilaisista. Talouden noususuhdanteessa rakentaminen on kiivasta, ja rakentamisen laatuun on kiinnitettävä erityisesti huomioita. Rakentamisen laadun seuraaminen ja raportointi on tehtävä mahdollisimman helpoksi ja tehokkaaksi.

Markkinoilla on paljon tarjolla erilaisia rakentajille suunniteltuja digitaalisia työkaluja laadunhallintaan ja -seurantaan. Insinööritoiminnan pääasiallisena tavoitteena oli tuottaa yritykselle sisäinen ohjeistus Dalux-projektityökalun käyttöön talotekniikkaurakoinnissa sekä kehittää laadunvarmistus dokumentteja sovellukseen sopiviksi. Tavoitteena on, että ohjeistuksen myötä Bravidan projektipäälliköiden siirtyminen uuden sovelluksen käyttäjäksi sujuisi helposti ja sovellus saataisiin tehokkaasti käyttöön. Bravidalle laadittu ohjeistus on tarkoitettu vain yrityksen sisäiseen käyttöön, joten sitä ei julkaista opinnäytetyön yhteydessä.

Talotekniikkaurakoitsijan täytyy usein tehdä tarkistuksia ja raportteja työmaalta asennuksistaan. Sovelluksella voidaan tuottaa nopeasti ja tehokkaasti erilaisia urakoinnissa vaadittuja raportteja ja asiakirjoja. Tutkin ja kehitin insinööritoiminnan aikana sovelluksen käytettävyyttä putkiurakoinnissa projektinjohtajan roolissa. Työkohteena insinööritoiminnan tekemisen aikana oli tuotantotilojen laajennus Espoossa, johon Bravida toimitti kaikki talotekniset järjestelmät. Projektissa tehtiin laadunvarmistusdokumentit Daluxin avulla.

1.2 Bravida Finland Oy

Bravida Finland Oy kuuluu ruotsalaiseen Bravida Holding AB -konserniin, joka on pohjoismaiden johtava talotekniikka-alan yritys yli 11 000 työntekijällään. Konserni tarjoaa erikoisratkaisuja sekä kokonaisratkaisuja LVI-, sähkö-, jäähdytys-, sprinkleri-, rakennus-

, automaatio- ja turvallisuustekniikassa. Bravidan kilpailuetu on kokonaisvaltainen talotekniikkaurakointi, jolloin tilaaja saa samalta toimittajalta kaikki talotekniikkajärjestelmät. Bravidan palvelut kattavat koko rakennuksen elinkaaren ajan, asennuksesta huoltoon ja ylläpitoon. (Bravida Intranet. Tietoa Bravidasta.)

Bravida on perustettu vuonna 1922 ja toimii nykyään yli 150 paikkakunnalla Ruotsissa, Norjassa, Tanskassa ja Suomessa. Konsernin liikevaihto oli 17,3 miljardia Ruotsin kruunua vuonna 2017. Bravida Finland Oy aloitti toimintansa vuonna 2015 ostamalla Halmesvaara ja Peko -konsernit. Sitten yritysostojen myötä on tehty lisää, muun muassa Adison Oy, Asentaja Group AB Oy sekä Hangon Sähkö Oy. Suomen yksikön liikevaihto oli tilikaudella 2018 noin 109 miljoonaa euroa. Bravida työllistää Suomessa noin 600 henkilöä. (Bravida Intranet. Tietoa Bravidasta.)

Bravida tekee pääasiassa liike- ja toimitilakohteiden uudisrakentamista ja saneerausta. Bravidalla on myös taloyhtiöiden linjasaneerauksia tekevä yksikkö, joka on voittanut useamman kerran Vuoden putkiremontti -palkinnon. (Vuoden putkiremontti 2019.)

Suomessa Bravidan osaamista on hyödynnetty Helsingin keskustassa sijaitsevassa arvokiinteistössä KOY Ornantissa, johon tehtiin peruskorjaus. Bravidan toteutti kohteen lvi- ja sähkö- sekä sprinklerijärjestelmät. Kohde oli tärkeä, sillä Bravida toimi hankkeen taloteknisenä projektinjohtourakoitsijana. Muita referenssejä on muun muassa Kurikan kampuksen sähköurakka Etelä-Pohjanmaalla, Hotelli Alexandran LVIS-urakka Jyväskylässä ja Helsingissä kauppakeskus Itiksen Finnkino-elokuvateatterin LVIS+SPR -urakka. (Bravida Intranet. Tietoa Bravidasta.)

2 Laatu

Laadulle ei ole yksiselitteistä määritelmää tai selitystä. Jonkun kokema laadukas tuote voi olla toisen mielestä huonolaatuinen. Arvioidessaan laatua; ihminen katsoo sitä aina joltakin kannalta. Yrityksen, asiakkaan, kilpailevan yrityksen, ympäristöaktivistin tai asiantajan näkökulma laatuun on hyvin erilainen. Useat aiheeseen syventyneet henkilöt ja tahot ovat antaneet laadulle oman näkemyksen mukaisen määritelmän (taulukko 1). Taulukossa on selitetty, miten kukin ymmärtää, mitä laatu on. Laatu -sanana on hyvin moniselitteinen. (Kankainen & Junnonen 2001: 5; Rakennustöiden laatu 2017 :7.)

Taulukko 1. Laadulle on useita erilaisia määritelmiä (Rakennustöiden laatu 2017: 7).

Määrittelijä	Laadun määritelmä
Juran	Tuotteen sopivuus käyttötarkoitukseen. Suunnittelun, valvonnan ja kehittämisen yhdistelmä.
Crosby	Toiminnan ja tuotteiden virheettömyyttä. Laatu on sitä, että tehdään oikein ensimmäisellä kerralla. Laatu on ilmaista.
Taguchi	Pienin mahdollinen kokonaishävikki.
Shewhart	Kyky täyttää asetetut odotukset.
Garvin	Yksinkertaisia ominaisuuksia, joita ei voi määritellä tarkasti vaan jotka opitaan tunnistamaan kokemuksen kautta.
Deming	Sisäänrakennettu väistämätön prosessin ominaisuus.
Wikipedia	Esineiden, ihmisten ja prosessien ominaisuuksia ja haluttavuutta.
Lillrank	Valmistus-, tuote-, arvo-, kilpailu-, asiakas- ja ympäristölaatua.
PMBOK	Laatu on suunniteltu ja sisäänrakennettu ominaisuus.

Laatu on vaatimustenmukaisuutta. Kun asiakkaan palveluun tai tuotteeseen kohdistuvat odotukset, vaatimukset ja tarpeet täyttyvät, kokee hän saaneensa laatua. Laatu pitää sisällään myös ominaisuudet ja piirteet, joita asiakas ei ole huomannut, osannut tai halunnut tuoda ilmi. Ammatillaisen täytyy tietää asiakkaan tarpeet paremmin kuin hän itse tietää. Useinkaan asiakas ei ymmärrä, mitä hän voi tuotteelta tai palvelulta odottaa. (Pesonen 2017: 35–37.)

Laadukas tuote on tuotettu yrityksen kannalta mahdollisimman tehokkaalla ja kannattavalla tavalla, kuitenkin asiakkaiden tyytyväisyydet ja tarpeet täyttäen. Laadukkuus ei tarkoita vain asiakastyytyväisyyttä vaan myös yrityksen kannattavuutta. Esimerkiksi putkiurakoitsijan asiakkaat voivat olla tyytyväisiä, kun saavat putkityöt mahdollisimman pie-

nellä katteella. Tämä ei tarkoita suoraan yrityksen toiminnan laadukkuutta vaan pikemminkin päinvastoin, sillä yrityksen oma kannattavuus laskee tuottojen pienentyessä. (Lecklin 2006: 18.)

Laadun kehittäminen alkoi, kun ihminen alkoi valmistamaan työkaluja ja muita tarve-esineitä. Tuotteiden teollisen valmistamisen myötä laatua alettiin seuraamaan systemaattisesti. Aluksi tarkasteltiin vain tuotteen lopullista laatua, mutta se ei ollut kustannustehokasta. Tämän myötä laatua alettiin seuraamaan valmistuksen aikana ja näin voitiin ennaltaehkäistä virheitä. Tästä kehittyi ensimmäinen laatujohtamisen toimintamalli J. Juranin ja W.E. Demingin johdolla 1950-luvulla, ja laatuajattelu lähti kehittymään nopealla tahdilla. Seuraavalla vuosikymmenellä kehitettiin laatupiirit, joiden avulla laatua alettiin seurata prosessien kautta. Uusien menetelmien ja organisaatioiden kehitystä voitiin parantaa ilman, että kustannukset nousivat samassa suhteessa. (Rakennustöiden laatu 2017: 8.)

Laatuajattelu kehittyi 1970-luvulla valvonnasta prosessin hallintaan, jolloin tuotanto kehittyi nopeammaksi. Kysyntä kasvoi 1980-luvulla paljon, jolloin markkinoille tuli malleja sekä valikoimaa runsaasti tarjolle. Laatukäsité laajentui laadunhallinnaksi, joka käsitti laadunvalvonnan, laatu kustannukset, luotettavuustekniikan ja nollavirheajattelun. Demingin nimeen liitetty TQM (Total Quality Management) oli merkittävin laatujohtamisen malli, joka sai ISO 9000 -standardin kautta kansainvälisesti standardisoituneen aseman. (Rakennustöiden laatu 2017: 8.)

Laatuajattelu laajentui 1990-luvun puolivälistä lähtien yrityksen sisäisestä ajattelusta kokonaisvaltaiseen laatuajatteluun, jossa vaalittiin yritysten välisiä laatuverkostoa. Verkostoituminen ja informaation lisääntyminen loi mahdollisuuksia yritysten yhteistyön tiivistämiseen. Laatua voitiin saavuttaa vain, jos kaikki palveluketjussa mukana olevat yksiköt saatiin yhteiseen laatuajatteluun mukaan. (Rakennustöiden laatu 2017: 8.)

2.1 Laatu rakennusalalla

Suomessa rakennetun ympäristön osuus kansallisvarallisuudesta on yli 70 prosenttia, joten rakentamisen laatu on taloudellisesti merkittävä. Suomessa rakennusten takuukorjauksien välittömät kustannukset ovat noin 300 miljoonaa euroa vuodessa. (Kiviniemi 2016.)

Rakennusalalla koettu huono laatu nousee silloin tällöin uutisotsikoihin, ja se on saanut enemmän näkyvyyttä ja keskustelua sosiaalisessa mediassa kuin muut rakennusalaan liittyvät aiheet. Rakennuksen laatu on rakennushankkeen eri osapuolten toiminnan ja yhteistyön tulos. Huono laatu ilmenee rakennusvirheinä tai hankkeen aikataulun ja budjetin venymisenä. Rakennusvirheet aiheuttavat terveyshaittoja, taloudellista vahinkoa ja tyytymättömiä asiakkaita. Eurooppalaiset viettävät ajastaan yli 90 % sisätiloissa, joten rakennuksen suunnittelu- ja rakennustyön laatua tulee vaatia (Plessner & Teisen 2018: 24.).

Huonossa maineessa olevissa hankkeissa ollaan yhdellä tai useammalla laadun osa-alueella epäonnistuttu. Usein yhden osa-alueen laaduttomuus heijastuu myös muihin osa-alueisiin. Laadukkaat suunnitelmatkaan eivät auta urakoitsijan ammattitaidottomuudessa ja vastaavasti laaduttomat suunnitelmat voivat viedä hankkeen negatiivisen sävyisiin uutisotsakkeisiin, vaikka tekijät olisivat alan ammattilaisia. Suunnittelijalla, urakoitsijalla ja asiakkaalla on hyvin erilaisia näkemyksiä laadusta. (Mäkinen 1997: 7; Kiviniemi 2016.)

Rakennusalalla tuotetun tuotteen laatu voidaan jakaa seuraavasti:

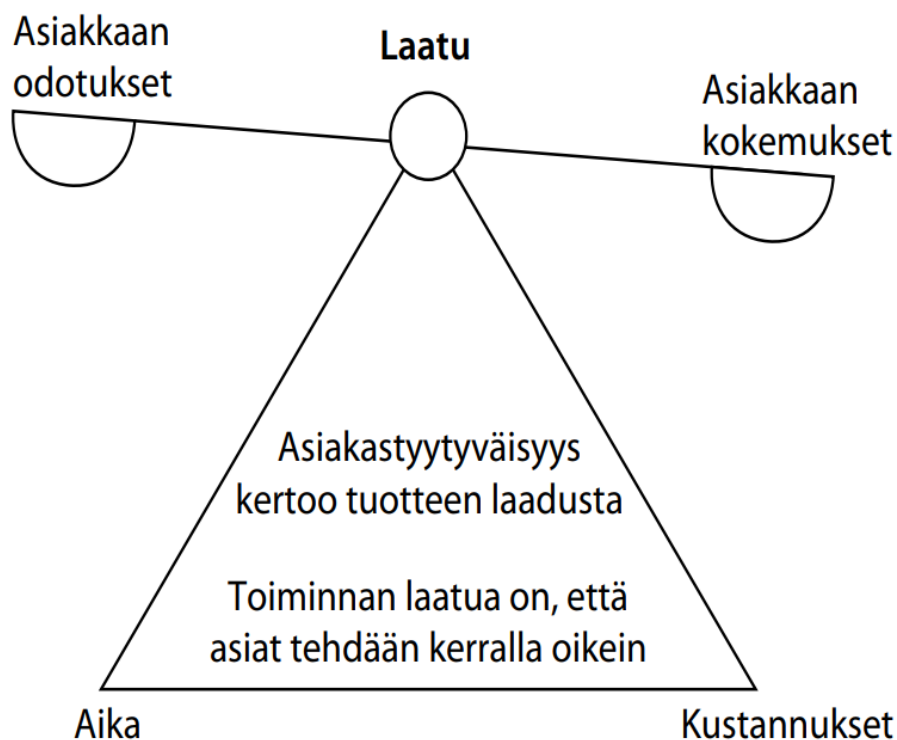
- suunnittelun laatu
- tuotannon laatu
- ekologinen laatu
- asiakkaan kokema laatu.

(Rakennustöiden laatu 2017: 11.)

Laadukasta suunnittelua on se, että rakennushankkeen suunnitelmat ja rakennusmenetelmät ovat asiakkaan eli tilaajan toivomukset ja tarpeet täyttäviä sekä viranomaisen, määräyksien ja hyvien rakennustapojen mukaisia. Suunnitelmien mukaan tehdyt asennukset eivät aiheuta vaaraa loppukäyttäjälle, ja niissä on huomioitu hankkeen koko elinkaaren tarpeet. Laadukkaat suunnitelmat ovat tarkastettu toteutuskelpoisiksi ja niissä on huomioitu taloteknisten järjestelmien risteilyt ja tilatarpeet. Suunnitelmien tulee olla myös mittatarkat, sillä pienet mittavirheet kertautuvat toistuessaan. (Rakennustöiden laatu 2017: 11.)

Tuotannon laatua rakentamisessa on hankkeen pysyminen aikataulussa ja suunnittelussa budjetissa. Lisä- ja muutostöiden hallinta ja tilaajan pitäminen ajan tasalla hankkeen kulusta ovat tärkeitä asioita asiakkaan kokemasta laadusta. Laatua on pysyminen sovituissa laatutavoitteissa, työhön käytetään siihen soveltuvia materiaaleja ja työkohte voidaan rauhoittaa työn teolle. Laadukkaan rakennuskohteen turvallisuus työntekijöille, sen vaikutuspiirissä oleville, ulkopuolisille ja loppukäyttäjille on huomioitu. Työn lopputuloksen tulee olla hyvän rakennustavan mukaista. (Rakennustöiden laatu 2017: 11.)

Ekologista laatua on yhteiskunnan ja toimintaympäristön asettamat vaatimukset ja odotukset rakennushankkeelle. Keskeisenä tekijänä rakentamisessa ovat rakennuksen elinkaariajattelu, luonnonmonimuotoisuuden säilyttäminen ja kestävyys. Ekologisen laadun tavoittelu pitää aloittaa jo suunnitteluvaiheessa. Esimerkiksi lämmityksen ja jäähdytyksen tarpeen optimoinnilla on merkittävä vaikutus rakennuksen energiankulutukseen. Rakennusosien ja materiaalien valinnassa on huomioitava pitkäikäisyys ja rakennuksen muuntojoustavuus käyttötarkoituksen vaihtuessa. Tunnettujen ja yleisesti käytettävien materiaalien kanssa ei tule yllätyksiä vaihtelevissa olosuhteissa. (Rakentamisen laatu 2017: 11; Rakentamisen ekologisuus: 5,16.)



Kuva 1. Laatu on aina yhteydessä käytettyyn aikaan ja kustannuksiin (Rakennustöiden laatu 2017: 10).

Tuotettu visuaalinen ja tekninen laatu on käytetyn ajan ja kustannuksien suhde (kuva 1). Asiakkaan kokemaa laatua on yleensä muodostunut visuaalisen laadun ja teknisen laadun perusteella. Asiakkaan havaitsema suhteellinen laatu on tuotetun laadun suhde asiakkaan odotuksiin. Laatu on hyvää, kun tuotteen koettu laatu vastaa asiakkaan odotettua laatua. Odotettuun laatuun sisältyy myös tuottajan imago, asiakkaan ensivaikutelma ja ennakkokäsitykset sekä mahdolliset asiakaskontaktit. Kerralla laadukkaasti tehty on asiakkaalle että tekijälle kustannustehokkaampaa. Hinta- ja laatusuhteelta kilpailukykyinen tuote tuottaa asiakastyytyväisyyttä. (Rakennustöiden laatu 2017: 7;11; Kankainen & Junnonen 2001: 6–7.)

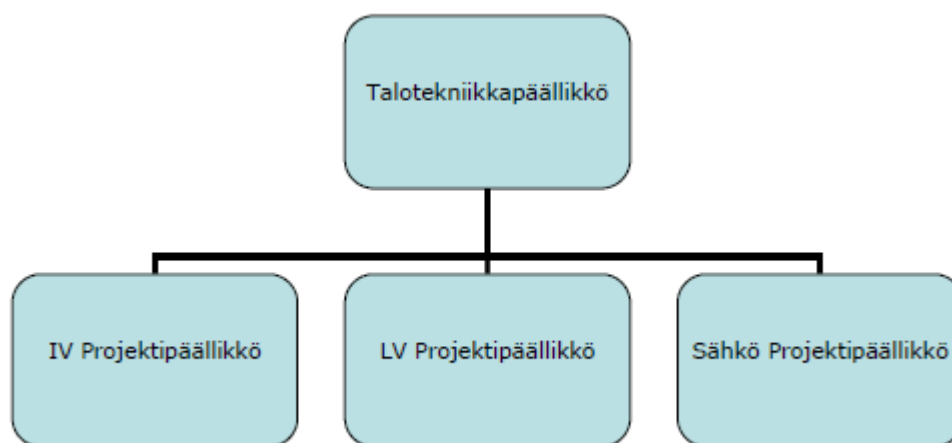
2.2 Laatu Bravidalla

Bravida on luonut kattavan laadun, ympäristön ja työympäristön toimintajärjestelmän. Sen rakenne noudattaa standardeja ISO 9001, 14001 ja OHSAS 18001. Järjestelmää

ylläpidetään ja päivitetään säännöllisesti. Bravidan laatukäsikirja antaa yleiskatsauksen toimintajärjestelmän menettelystä konsernin sisäisille ja ulkopuolisille tahoille. Toimintajärjestelmän ohjeita, määräyksiä ja tukiasiakirjoja käytetään päivittäisessä laatusuunnittelussa ja -varmistuksessa. (Bravida 2016: 2.)

Bravidalla tehdään laatusuunnittelua ja -varmistusta kaikkiin projekteihin eli urakka projekteihin, huoltoprojekteihin ja erityisprojekteihin. Projekteihin laaditaan työmaakohtainen laatusuunnitelma, jonka tarkoituksena on varmistaa urakan toteutuminen sopimuksen mukaisena, ja siten varmistaa valmiin järjestelmän laatu. Laatusuunnitelmasta käy ilmi, miten projektia suunnitellaan, rakennetaan, ohjataan, dokumentoidaan ja valvotaan. Jokaisessa projektissa tehdään suunnitellut prosessit, joilla taataan laadun, ympäristön ja työympäristön huomioiminen aina tarjouspyynnöstä takuuajan päättymiseen asti. Liitteessä 3 on erään työmaan työvaiheiden laadunvarmistuksen seurantataulukko. Siitä tulevat esille ne toimenpiteet, joilla laatu ensisijaisesti taataan. (Bravida 2016: 2–3.)

Yrityksen sisäinen vastuunjako on selkeä ja yksiselitteinen. Jokaiseen projektiin laaditaan organisaatiokaavio, joka jaetaan projektin eri osapuolille (kuva 2). Kaikkien työntekijöiden tulee kantaa vastuunsa ja antaa ammattiosaamisensa Bravidan käyttöön. Näin voidaan taata toimitusvarmuus ja vaalia asiakkaiden luottamusta. Tavoitteena on tuottaa asiakkaalle lisäarvoa. (Bravida 2016: 3–4.)



Kuva 2. Erään talotekniikkaprojektin organisaatiokaavio.

Laatu tarkoittaa Bravidalla seuraavaa:

- Toimitetut tuotteet ja palvelut ovat aina laadukkaita ja vastaavat asiakkaan odotuksia tai ylittävät ne.
- Jokainen työntekijä vastaa laadusta. Sen tulee näkyä sitoutumisena ja asiantuntemuksena.
- Laadukkuus käsittää koko projektin ensimmäisestä asiakaskohtaamisesta takuuajan loppuun saakka.

Laatu tarkoittaa Bravidalla myös sitä, että asiakkaan ja yhteiskunnan vaatimukset täyttyvät ja resursseja käytetään myös kehitykseen ja koulutukseen. (Bravida 2016: 3.)

3 Laadunvarmistus rakennushankkeessa

Laadunhallinta (quality management) tarkoittaa yrityksen johtamistoimia halutun laatutason saavuttamiseksi. Laadunhallinta sisältää ne johtamistoimet, joilla vaikutetaan eri sidosryhmiin ja tuotteen lopulliseen laatuun. Laadunvarmistus (quality assurance) tarkoittaa hankkeen osapuolten vakuuttamista laadusta ja organisaation kyvystä täyttää tavoitellut vaatimukset. Laadunvarmistus sisältää suunnitellut ja järjestelmälliset toiminnot, joilla varmistetaan laatuvaatimuksien täyttyminen. Laatu on toiminnan tulos, ja se saavutetaan mittaamalla ja ohjaamalla toimintaa siten, ettei virheitä ja laaduttomuutta hyväksytä. Toiminnan laatua voidaan mitattaessa tulkita tehokkuutena, tarkoituksenmukaisuutena ja virheettömyytenä. Suunnitelmallisuus on laadunhallinnan perustana, se kuvataan laatusuunnitelmassa tai -järjestelmässä. (Mäkinen 1997: 24.)

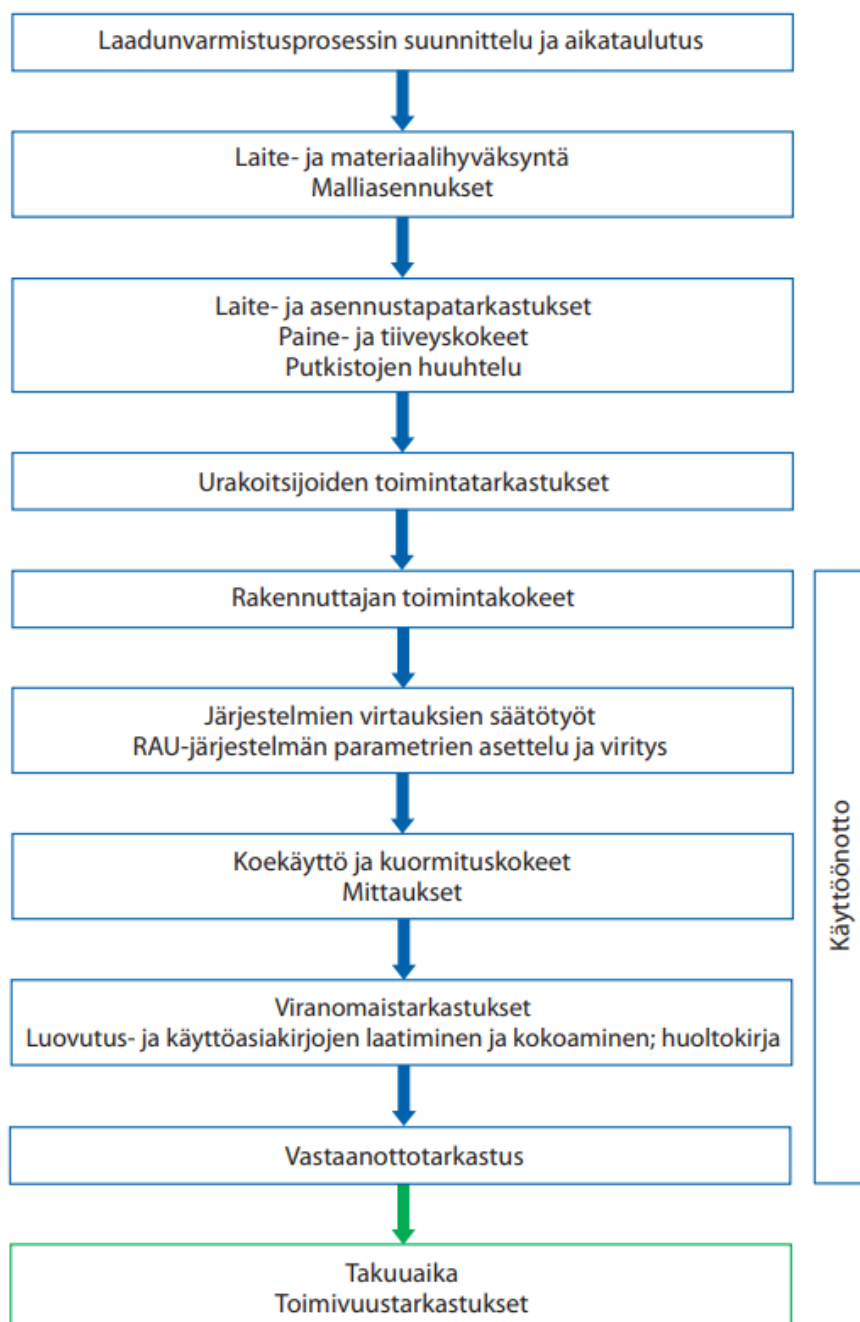
Valtaosaan yritysten ja yhteisöjen välisissä urakkasopimuksissa sovelletaan Rakennustiedon ohjekorttia RT 16- 10660 Rakennusalan yleiset sopimusehdot YSE 1998. Tämä, yleensä YSE 1998:ksi nimitetty asiakirja antaa sopimusehdot elinkeinoharjoittajien väliin rakennusurakkasopimukseen. Asiakirjaa voidaan käyttää sellaisenaan myös sivu- ja aliurakkasopimukseen. (Rakennusalan yleiset sopimusehdot YSE 1998: 1.)

YSE 1998 velvoittaa urakoitsijan esittämään laadunvarmistus toimenpiteensä kirjallisena vaadittaessa. Vaikka vaatimusta ei esitetä, täytyy urakoitsijan toimia niin, että sopimuksessa edellytetty laatu saavutetaan. Talotekniikkaurakoinnissa laadunvarmistukseen kuuluvat asennustarkastukset, laite- ja asennustapatarkastukset, toiminnan tarkastukset ja oman työn tarkastukset. (Rakennusalan yleiset sopimusehdot YSE 1998: 5.)

Talotekniikan laadunvarmistusprosessi alkaa jo ennen asennustöitä laitteiden ja materiaalien hyväksynnällä. Laite-, materiaali-, ja asennustarkastukset jatkuvat säännöllisesti läpi koko rakentamisen ajan vähintään luovutustarkistukseen saakka (kuva 3). Valmiusasteen ollessa tarpeeksi pitkällä tehdään toimintatarkastukset. Näiden tarkistuksien jälkeen voidaan pitää toimintakokeita ja mittaus- sekä säätötöitä. Myös takuuajan tarkastukset kuuluvat yleensä urakoitsijan velvollisuuksiin. (LVI 03-10630: 5.)

Tavoitteena on, että järjestelmien asennukset, laitteet ja tarvikkeet täyttävät lainsäädännön, viranomaisen ja rakennuttajan vaatimukset. Järjestelmällisellä dokumentoinnilla pystytään osoittamaan vaatimuksenmukaisuus, eikä epäselvyyttä ole asennustavoista

ja käytetyistä materiaaleista. Dokumentointi on pääosin urakoitsijan vastuulla. (LVI 03-10630: 1.)



Kuva 3. Talotekniikkatöiden laadunvarmistusprosessin kaavio (LVI 03-10630: 11).

3.1 Laite- ja materiaalihyväksyntä

3.1.1 Hyväksyntämenettelyn dokumentit

Laadunvarmistuksen ensimmäinen vaihe on valittujen laitteiden ja materiaalien hyväksyttäminen rakennuttajalla. Urakoitsijan tulee toimittaa vaaditut dokumentit laitteista ja materiaaleista rakennuttajalle, jota yleensä edustaa LVI-valvoja. Hyväksyttämättömiä tuotteita ei saa käyttää asennuksessa ja ne on poistettava työmaalta.

Tuotehyväksynnässä vaadittuja asiakirjoja ja tietoja ovat:

- CE-sertifikaatti
- tyyppihyväksyntäpäätös
- varmennustodistus
- valmistuksen laadunvalvonta-asiakirjat
- tiedot rakennuspaikkakohtaista selvitystä varten
- materiaalitodistukset ja -tiedot
- tekniset tiedot
- käyttö-, huolto- ja asennusohjeet.

Valmiita rakennustuotteita koskevia harmonisoituja tuotestandardeja ja -tietoja löytyy hEN Helpdesk -verkkosivuilta. Laitteiden ja materiaalien markkinoille saattajalla on velvollisuus pitää tuotehyväksynnässä vaadittavia paikkaansa pitäviä asiakirjoja saatavilla. Valvojalle annetaan normaalisti yhdestä kahteen viikkoon aikaa tarkistaa urakoitsijan toimittama dokumentointi ja tehdä päätös hyväksynnästä tai hylkäyksestä. Hyväksynnän antaneella henkilöllä täytyy olla tilaajan antama hyväksyntäoikeus. Hyväksyntöjen tilanteesta on hyvä pitää kirjaa, joko taulukolla tai projektipankin ominaisuuksia hyödyntäen. (LVI 03-10631: 4.)

3.1.2 CE-merkintä

Valmistaja voi osoittaa tuotteensa Euroopan unionin (EU) direktiivien ja asetusten mukaisuuden CE (Conformité Européenne) -merkinnällä. Merkintä tuotteessa osoittaa, että tuote on läpikäynyt mahdollisesti vaaditut tarkastukset ja ominaisuudet vastaavat sitä

koskevia standardeja. CE-merkintää ei myönnä viranomainen tai taho, vaan se on valmistajan tai valtuutetun henkilön kiinnittämä merkintä. (Tukes 2019; Seppänen 2018.)

Kaikkialla EU:n alueella voidaan tuoda markkinoille tuote, joka on varustettu CE-merkinnällä. Tuotteen CE-merkintä ei kuitenkaan takaa sen soveltuvuutta Suomessa. Tuotteelta saattaa puuttua jokin Suomessa olennainen ominaisuus, esimerkiksi pakkasenkestävyys. Kansalliset määräykset ja asetukset voivat vaatia tuotteelta ominaisuuksia, joita standardit eivät takaa. Siten CE-merkintä ei kerro tuotteen laadukkuudesta tai soveltuvuudesta, vaan sitä koskevien standardien täyttämisestä. Suomessa CE-merkinnän käytön valvonta kuuluu Turvallisuus ja kemikaalivirastolle. (Seppänen 2018.)

Rakennushankkeeseen tuotteen lopullisesti valitsevan on varmistettava, että tuotteen laatu on haluttua tasoa. Suomessa rakennustuotteen käytön edellyttämät ominaisuudet voi tarkastaa suoritustasoilmoituksesta. Tuotteissa voi olla suuria eroja muun muassa materiaalivahvuuden, tiiveyden, jäykkyyden ja lämmönkeston kanssa. Käytännössä suunnittelijoilla ja urakoitsijoilla on harvoin aikaa paneutua useamman tuotteen suoritustasoilmoitukseen. Projektin koosta riippuen tuote- ja laitehankintoja voi olla satoja. Vastuu rakennustuotteen soveltuvuudesta Suomeen pitäisi olla maahantuoajalla, myyjällä tai tukkukauppiaalla. (Seppänen 2018.)

3.2 Asennustarkastus

Urakoitsijan työnjohtajan tärkeimpiin työruutiineihin kuuluvat asennustarkastukset työmaalla. Työnjohtaja tulee tarkastaa asennustyön laatua ja sopimuksenmukaisuutta jatkuvasti, jotta mahdolliset virheet ja puutteet saadaan minimoitua. Varsinkin urakan loppupuolelle jäävät virheet ja puutteet vaarantavat hankkeen aikataulunmukaisen luovutuksen tilaajalle, sillä luovutusvaihe on kiireellistä aikaa. Asennustarkastuksista kannattaa ottaa valokuvia, niillä voi olla käyttöä esimerkiksi tarkesuunnitelmia laatiessa. Tarkesuunnitelmat eli niin sanotut punakynäsuunnitelmat kuuluvat urakoitsijan vastuualueeseen. Näihin piirustuksiin merkataan kaikki ne pienet muutokset, jotka ovat tehty ilman suunnittelijan tekemää revisiopäivitystä. Suunnittelija muokkaa hankkeen loppuksi suunnitelmat vastaamaan punakynäsuunnitelmia. Näin tilaaja saa totuudenmukaiset suunnitelmat hankkeen loppuksi. (LVI 03-10631: 5.)

3.3 Laite- ja asennustapatarkastus

Rakennuttajan edustaja tekee laite- ja asennustapatarkastukset työmaavalvojana tai siihen palkataan konsultti. Laite- ja asennustapatarkastuksia tehdään koko rakennushankkeen ajan etenemisen edellyttämässä järjestyksessä. Laite- ja asennustapatarkastuksessa todetaan, että

- laitteet, materiaalit ja asennustapa ovat sopimuksenmukaisia.
- laitteiden käyttö-, ja turvallisuuskulmat ovat huomioitu.
- laitteet ja varusteet voidaan huoltaa ja tarkastaa ilman suurempia purkutöitä.

Asennustapatarkastuksesta laaditaan pöytäkirja (liite 2), ja siinä havaitut virheet on korjattava välittömästi. (LVI 03-10630: 2, 11; Talotekniikkatöiden yleiset laatuvaatimukset 2002, osa 1: 48.)

3.4 Toimintatarkastus

Toimintatarkastus on toimenpide, jossa urakoitsija tarkastaa itse suoritusvelvoitteensa kuuluvan työn laadun. YSE 1998 velvoittaa urakoitsijaa korjaamaan mahdolliset havaitut puutteet ja virheet ennen työn luovutusta tilaajalle. Urakoitsijan on tarkistettava rakennustyön valmius ja sopimuksen vaatimusten mukaisuus ennen vastaanottotarkistusta. Toimintatarkistuksen eli niin sanotun itselleluovutuksen tekee yleensä työnjohtaja ja siitä arkistoidaan pöytäkirja. Tarkastuksessa tarkistetaan järjestelmän suunnitelmien ja määräysten mukaisuus, koekäytöt, säädöt sekä hyvän asennustavan toteutuminen. Itselleluovutuksessa tarkistetaan laitteiden ja järjestelmien toiminnollisuus toimintakokeita varten. Oman työn tarkistuksessa YSE 1998 ei velvoita urakoitsijaa dokumentoimaan havaittuja virheitä ja puutteita, elleivät ne ole vakavia. Itselleluovutuksessa havaittujen virheiden ja puutteiden korjaukset tulee aloittaa mahdollisimman nopeasti, sillä korjausten vaatima aika voi olla pitkä suhteessa käytettävissä oleviin aikaan ja resursseihin. (Rakennusalan yleiset sopimusehdot YSE 1998: 5,14; Kankainen & Junnonen 2001: 59; Karsimus: 11.)

Urakkarajaliitteessä voi olla määräyksiä urakoitsijoiden tehtävistä ennen toimintatarkastusta. Tarkastuksessa käydään yksityiskohtaisesti läpi toimintakokeissa tarkastettavat

toiminnot eli kaikki laitteet ja toiminnot tulee toimia suunnitelmien mukaan. Toimintatarkastus edellyttää myös muiden järjestelmän toteutukseen osallistuneiden urakoitsijoiden osanottoa. Tarkastus voidaan suorittaa, kun laitteistot ja järjestelmät on lopullisesti asennettu ja sähköurakoitsijan käyttöönottotarkastukset mittauksineen suoritettu hyväksytysti. (Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2002, osa 1: 49.)

Rakennustyöt pitää olla pääosin valmiina ennen kuin ilmanvaihtokoneisiin ja puhallinlaitteisiin voidaan toimintatarkistuksia suorittaa. Rakennuksen tekniset tilat ja ilmanvaihtokoneiden sekä puhaltimien vaikutusalueella olevat tilat tulee olla siivottuja ja pölyttömiä. Näiden tarkastuksien jälkeen tiloissa ei saa tehdä pölyäviä töitä ilmanvaihtolaitteiston likaantumisen vuoksi. (LVI 03-10631: 6–7.)

3.5 Vika- ja puutelistat

Vika- ja puutelistoja laativat valvojat ja työnjohtajat. Valvojan työtehtävät työmaalla koostuvat pitkälti tarkastuksista sekä vika- ja puutelistojen laadinnasta. Perinteisten Exceliin koottujen puutelistojen tilalle on alkanut tulemaan mobiilipohjaisia sovelluksia. Markkinoilla on runsaasti tarjolla erilaisia mobiilisovelluksia, jotka tehostavat tätä työstä työtä. Rakennusosalalle suunnattuja mobiilipohjaisia sovelluksia tarjoavat muun muassa Congrid, PlanGrid, Consight ja Dalux.

4 Toiminnan varmistus

Talotekniikan toiminnan varmistus on aikaa vievä työ hankkeen loppuvaiheessa. Toiminnan varmistuksessa tavoitteena on todeta ja varmistaa, että sopimuksenmukaisuus täyttyy. Toiminnan varmistuksessa varmistutaan myös laitteiden ja järjestelmien kestäväyydestä, turvallisuudesta ja toimivuudesta. Tavoitteena on varmistaa järjestelmien toimivuus optimoidulla energiataloudella ja tilakohtaisten olosuhteiden hallinta. (Karsimus: 3.)

4.1 Toimintakoe

Hyväksyttävästi suoritettujen toimintatarkistuksien jälkeen rakennuttajan edustajat ja urakoitsijat pitävät yhdessä toimintakokeet. Suurissa ja vaativissa rakennuskohteissa kaikille järjestelmille pidetään toimintakoe. Toimintakokeiden laajuus on kohdekohtaisesti sovittavissa. Rakennuttajan edustaja laatii toimintakokeiden pöytäkirjat, joihin kirjataan jokainen tarkistettu toiminta ja sen tulos. (LVI 03-10631: 7.)

Toimintakokeessa testataan automatiikan toimintaa järjestelmässä, kun säätöön vaikuttavia toimintoja tehdään. Järjestelmän toimintaa testataan esimerkiksi muuttamalla antureiden mittaamia suureita, muuttamalla kytkimien asentoja ja sulkemalla venttiilejä. Järjestelmän toimintaa seurataan toimintakokeen aikana asennuspaikalla sekä rakennusautomaation sovelluksella, jota voidaan käyttää automaatiourakoitsijan kannettavalta tietokoneelta. (LVI 03-10631: 7.)

4.2 Koekäyttö

Koekäytössä testataan järjestelmäkohtaisesti kaikkien osien yhteistä toimintaa rakennuksen normaalia käyttöä vastaavissa olosuhteissa. Toimintaa voidaan testata myös muutetuissa olosuhteissa, jolloin nähdään järjestelmän käyttäytyminen eri normaalin käytön ulkopuolella. (LVI 03-10631: 9.)

Koekäytössä kaikki järjestelmään liitetyt talotekniset laitteet käynnistetään automaattisesti rakennusautomaatiojärjestelmän ohjaamana. Kokeen tyypillinen kesto on yhtäjaksoisesti 5–7 vuorokautta, jonka aikana aikaohjelmat ohjaavat järjestelmää. Kokeen ai-

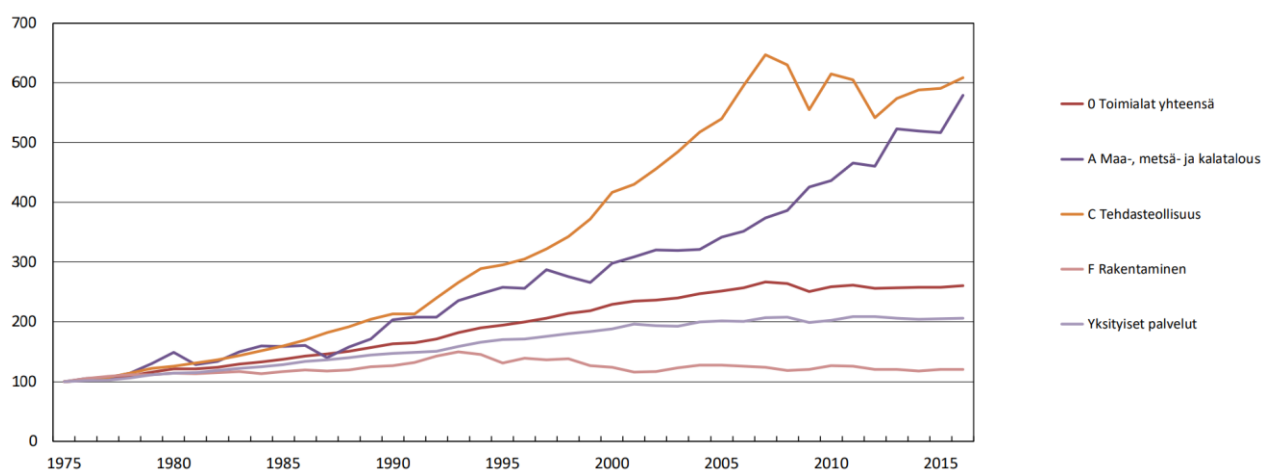
kana rakennuksessa ei saa tehdä koetta häiritseviä töitä, esimerkiksi sähkökatkoja aiheuttavia töitä. Koekäytön aikana tietoa kerätään rakennusautomaatiojärjestelmän avulla ja laitteiden toimintaa seuraamalla sekä siitä laaditaan yksityiskohtainen raportti. (LVI 03-10631: 18.)

Järjestelmien välisten ristiriitaisten toimintojen estämiseksi, voidaan tehdä *yhteiskoekäyttö*. Siinä testataan eri järjestelmien toimintaa yhdessä. Yhteiskoekäytössä voidaan tehdä sähkökatkotesti. Koekäytöstä kerätään mahdolliset seurantamittauksien ja mittauksien tulokset talteen. (LVI 03-10631: 9.)

Jos rakennuksessa on tiloja, joihin on suunnitelmissa määrätty tarkat olosuhteet, voidaan tehdä *kuormituskoe*. Siinä varmistetaan olosuhteiden toteutuminen ja laitteiden suorituskyky mitoitusolosuhteissa. Pöytäkirjaan kirjataan kaikki mitatut suureet, jotta voidaan todeta järjestelmän mitoitusarvojen toteutuvan. (LVI 03-10631: 9.)

5 Rakennusalan tuottavuus

Rakennusalan tuottavuus on kehittynyt vuodesta 1975 yksityisen sektorin toimialoista heikoiten (kuva 4). Tilastokeskuksen tietojen mukaan rakennusalan tuottavuus ei ole kehittynyt 1990-luvulta tähän päivään, vaan se on laskenut 1980-luvun tasolle. Tuottavuuden kehittymättömyyden ongelma ei ole vain Suomessa vaan myös muissa EU:n maissa on kamppailtu rakentamisen tuottavuuden heikkouden kanssa. Suomessa rakentamisen tuottavuus on laskenut 1990-luvulta hieman enemmän kuin EU-maissa keskimäärin. Yhdysvalloissa tuottavuus on laskenut vuodesta 1997 enemmän kuin Suomessa. Maailman kaikista rakennushankkeista yli 90 prosenttia on joko myöhässä tai ylittänyt budjetin (Loilahti 2017: B11; Rakentaminen 2018: 18–19.)



Kuva 4. Tuottavuus toimialoittain, vuosi 1975=100. (Rakentaminen 2018: 18).

Syitä rakennusalan tuottavuuden kehittymättömyyteen on esitetty useita. Valtiovarainministeriö esittää yhdeksi mahdolliseksi syyksi rakennusalan laatuvaatimusten nousemisen. Mitattu tuottavuus pitäisi parantua laadun kehittymisen myötä, koska se nostaa tuotoksen ja arvonlisäyksen volyymia. Kansantalouden tilipidon tilastoissa näin ei kuitenkaan ole, joten näyttäisi siltä että, rakennusalan arvonlisäyksen tilastoinnissa hinnan ja määrän arviointia tulisi kehittää. (Rakentaminen 2018: 19–20.)

Rakennusalan eri osapuolten yhteistyön kankeus voi olla yksi syy tuottavuuden kehittymättömyyteen. Helsingin Sanomien artikkelissa tuottavuuden alhaisuuden syyksi esitettiin rakennusalan hyvää työtilannetta ja maksajia. Alalla ei ole ollut painetta kehittyä,

koska asiakas maksaa sen, mitä tuottaja vaatii. Urakoitsijoiden kahdenväliset sopimukset aiheuttavat riitoja. Nykyinen vallitseva rakennuskulttuuri, jossa urakoita ketjutetaan usealle aliurakoitsijalle, vaatii työnjohdolta erityisen hyviä vuorovaikutustaitoja ja järjestelmällistä johtamiskykyä erityisesti suuremmissa hankkeissa. Hankkeissa urakoitsijoiden väliseen riitelystä on johtanut myös se, että tilaaja on valinnut halvimman suunnittelijan ja urakoitsijan. Tämä saattaa aiheuttaa rakennusvaiheessa muutoksia suunnitelmiin, joka aiheuttaa ylimääräisiä kuluja ja aikataulun venymistä. Työn tuottavuuden heikoutta selitetään myös sillä, että rakennushankkeista on tullut entistä vaativampia ja talotekniikan määrä on lisääntynyt. Rakennusala on työvoimavaltainen, jossa robotisaatio on vaikeaa hankkeiden erilaisuudesta johtuen. (Lohilahti 2017: B10–B11.)

Osmo Soininvaara esittää kolumnissaan mahdolliseksi tuottavuuden jämähtämisen syyksi sitä, ettei yritysten kannata panostaa tuotekehitykseen. Esimerkiksi maatalouden tutkimus ja kehitys on valtion ja yliopistojen vastuulla. Urakoiden ketjuttamista aliurakoiksi on perusteltu säästöillä, mutta tuottavuutta ja laatua se ei ole parantanut lainkaan. (Soininvaara 2018.)

6 Digitaalisuus

Juha Itkonen tiivistää Suomen Pankin blogissa digitaalisuuden määritelmää seuraavasti:

Digitaalisuus tarkoittaa tiedon tallentamista, siirtämistä ja käsittelyä tietokoneiden ymmärtämässä muodossa, mutta käsitteellä viitataan myös laajemmin taloudelliseen ja yhteiskunnalliseen muutosprosessiin, joka on seurausta tieto- ja viestintätekniikan (ICT) kehityksestä (Itkonen 2015).

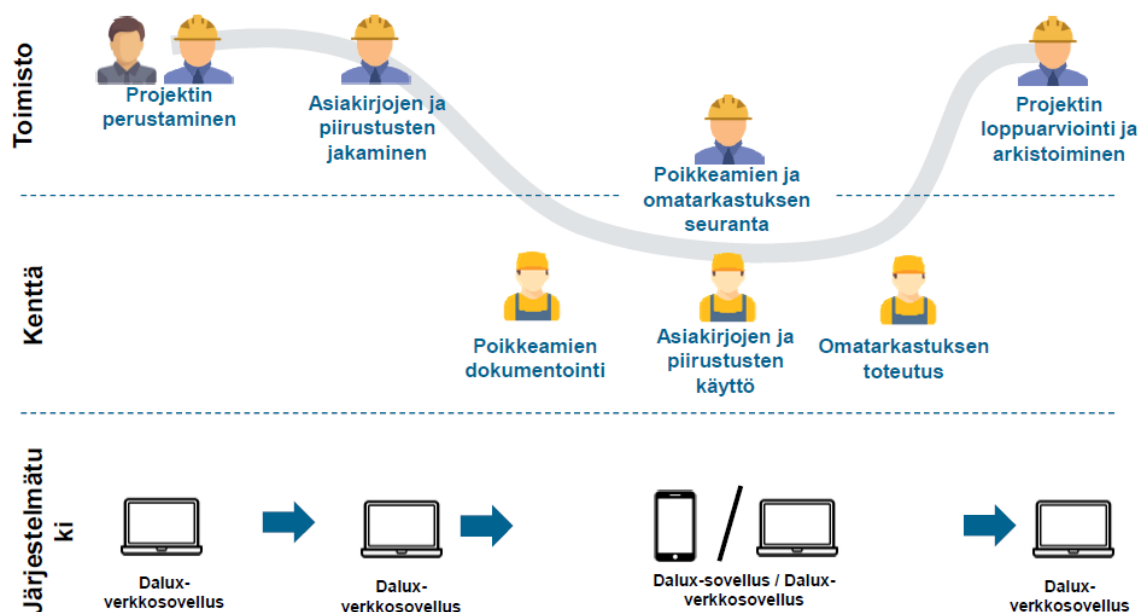
6.1 Digitaalisuus rakennusalaalla

Digitaalisuus on ajankohtainen aihe rakennusalaalla, sillä sen avulla rakentamisen kustannuksia voidaan vähentää arviolta 200 miljoonaa euroa (Rakennustiedon KIRA-digi -hanke 2019). Toimialoittain digitaalisuutta tarkasteluissa tutkimuksissa rakennusala on sijoittunut heikosti. Tampereen teknillisen korkeakoulun rakennustekniikan laitoksen tekemän tutkimuksen tulokset osoittavat, ettei toimialalla yleisesti ottaen koeta digitaalisuutta keskeiseksi kilpailueduksi. (Digiselvitys 2016: 30.)

Viime vuosina digitaalisuus on alkanut näkymään todenteolla rakennusalaalla. Työnjohtajien lisäksi työmaiden työntekijät ovat alkaneet käyttämään mobiilipäätteitä tiedon jakamiseen. Suunnittelussa, myynnissä ja markkinoinnissa on jo käytetty VR (virtual reality) -teknologiaa. Start up -yritykset ovat huomanneet rakennusalan digisaation ja kehittävätkin nyt erilaisia virtuaalisia sovelluksia alalle. Aalto-yliopiston Intelligent Construction Site tutkimushankkeessa testataan digitaalisia työkaluja työntekijöiden, materiaalien ja koneiden ohjaamiseen. (Romo 2017.)

6.2 Digitaalisuus Bravidalla

Bravidalla on koko konsernissa käytössä Daluxin mobiilisovellus, jonka avulla hoidetaan rakennustyömaan keskeisiä prosesseja digitaalisesti. Sovellus on kehitetty projektipäälliköiden, nokkamiesten ja asentajien päivittäiseksi työkaluksi työmaalla ja toimistolla (kuva 5). Sovellukseen lisätään hankkeen suunnitelmat ja tietomalli eli BIM (Building Information Model).



Kuva 5. Dalux-sovelluksen käyttö projektin aikana.

Bravidalla sovelluksen avulla tehdään muun muassa seuraavia toimintoja:

- poikkeamien sekä lisä- ja muutostöiden rekisteröinti ja seuranta (kuva 7)
- suunnitelmien ja tietomallin hallinta (kuva 6)
- erilaiset tarkastuslistat ja -pöytäkirjat (liitteet 1 ja 2)
- projektin dokumentoinnin hallinta.

(Bravida Intranet. Koulutusmateriaali.)

7 Dalux Build -sovelluksen käyttö Bravidalla

7.1 Yleistä sovelluksesta

Dalux Build on tanskalainen sovellus, joka on suunniteltu rakennushankkeisiin digitaalisiksi projektityökaluksi. Se soveltuu projektin johtamisen yleistyökaluksi, jolla tehdään raportteja, hallinnoidaan lisä- ja muutostöitä, tarkastellaan suunnitelmia ja tietomallia sekä tiedotetaan projektin eri osapuolia. Ohjelmasta on saatavilla ilmainen Dalux BIM Viewer -sovellus, jolla voi tarkastella suunnitelmia ja tietomallia puhelimelta, tabletilta tai tietokoneelta. Erona maksulliseen Dalux Build -sovellukseen on rajatut ominaisuudet. Ilmaisversiolla ei voi tuottaa dokumentteja, välittää tietoa projektin osapuolille eikä luoda projektikansiota. (Dalux 2019.)

7.2 Tärkeimmät ominaisuudet Bravidalle

Bravidalla valittiin Dalux Field -sovellus talotekniikkaurakoinnin kehittämistä ja tehostamista varten. Sovelluksessa on myös ominaisuuksia, joita ei Bravidalla otettu käyttöön. Seuraavissa luvuissa on esitetty tärkeimmät ominaisuudet sovelluksesta Bravidalle.

7.2.1 Suunnitelmien ja tietomallin tarkastelu

Daluxin ominaisuuksista merkittävin on tietomallin ja suunnitelmien sujuva tarkastelu puhelimelta ja tabletilta (kuva 6). Työnjohtajan tarvitsee usein työmaalla ollessaan tarkistaa suunnitelmia, ja varsinkin suuremmassa kohteessa kaikkien paperisten suunnitelmien mukana kuljettaminen olisi työlästä. Daluxin avulla suunnitelmat ja tietomalli kulkevat mukana laitteella, ja niitä on siitä helppo tarkastella. Sovellus helpottaa myös asentajien työtä, sillä myös he pääsevät helposti tiedon lähteille käyttämällä puhelimelta tai tabletilta suunnitelmia ja tietomallia. Tietomallista voi ottaa myös mittoja, joita voi hyödyntää esivalmistelussa. Projektiin ladatut tiedostot ovat pilvipalvelimella, jolloin tiedostoja ei tarvitse ladata laitteelle. Suurienkin tietomallien käsittely on vaivatonta, eikä se vaadi laitteelta erityisen hyvää suorituskykyä toimiakseen sujuvasti. Ladattaessa päivitetyneet suunnitelmat projektipankista, sovellus huomaa muuttuneet suunnitelmat, jolloin vanhemmat suunnitelmat siirtyvät automaattisesti uudempien "alle".



Kuva 6. Suunnitelman ja tietomallin yhteisnäkymä näyttää tältä Dalux Field -sovelluksessa puhelimelta tarkastellessa.

7.2.2 Tiedonkulun helpottaminen

Työmaalla työnjohdon ja asentajien tiedonkulku saattaa olla haastavaa. Sovelluksen avulla työnjohto ja asentajat voivat lähettää toisilleen tehtävän, johon voi liittää kuvan työmaalta ja sijainnin tasokuvassa (kuva 7). Tehtävien tilannetta päivitetään puhelimella, jolloin työnjohto voi seurata tilannetta sovelluksesta. Edellä mainittu ominaisuus on erityisen hyvä luovutusvaiheessa, jolloin vikoja ja puutteita voi olla laajallakin alueella. Työnjohtaja voi luoda vika- ja puutelistan, jota asentajat käyttävät paperisena tai laitteelta. Tämän ansiosta puutteiden sijainnin löytää helposti, ja niiden korjauksen tilanne välittyy työnjohdolle.



Kuva 7. Puhelimella on tehty merkintä laaduttomasta työnjäljestä Dalux Field -sovellukseen.

7.2.3 Raportointi sekä laadunvarmistuksen ja poikkeamien dokumentit

Daluxiin voi luoda yrityksen omat laadunvarmistuksen ja työturvallisuuden dokumentit. Tietokoneella voi luoda sovelluksessa valmiit pohjat dokumenteille, jotka voi täyttää työmaalla puhelimelta tai tablettilta. Esimerkiksi työturvallisuustarkistuksen, asennustapaturkistuksen (liite 2), poikkeamien (kuva 7), itselleluovutuksen ja painekokeiden dokumentoinnin (liite 1) voi hoitaa kätevästi Daluxilla. Sovelluksella voi myös merkata poikkeamat suunnitelmista ja tehdä niistä raportit. Kerran valmiiksi luodut dokumenttipohjat ovat valmiina käytettävissä seuraavassa projektissa. Kaikki tehdyt dokumentit saa tulostettua pdf-tiedostoiksi ja tallennettua projektikansioon.

7.2.4 Dalux box -projektikansio

Dalux box on kansio, johon voi projektin kaikki tiedostot tallentaa. Tähän kansioon tallennettuja tiedostoja voidaan jakaa yrityksen sisäisten ja ulkopuolisten osapuolten kanssa. Kansion sisällön näkyvyyttä eri osapuolten kesken voidaan rajata. Kansioon voi tuoda esimerkiksi yrityksen oman projektikansion, jolloin se on käytettävissä sovelluksessa. Kansion sisältöä voi selata ja muokata toistaiseksi vain tietokoneella.

7.3 Sovelluksen huonot puolet

Kaikkien sähkövirrasta ja internetyhteydestä riippuvaisten työkalujen kanssa tulee ongelmia, kun akku loppuu tai verkkoyhteyttä ei ole saatavilla. Rakennustyömailla on usein paikkoja, joihin ei nopeat tiedonsiirtoyhteydet yletä. Tällöin sovelluksen käyttö saattaa olla ongelmallista. Ratkaisuja näihin ongelmiin voivat olla erillinen lisävirtalähde ja perinteiset muistiinpanovälineet.

Käytettyäni Dalux Field -sovellusta projektissa muutaman kuukauden, havaitsin siinä muutamia kehityskohteita. Sovelluksen tietomallissa oleva mittaustyökalu on kankea. Mittausta on vaikea kohdistaa oikeisiin pintoihin, ja mittaus ei automaattisesti mene pysty- tai vaakasuoraan.

Sovellukseen kerran lisättyjä poikkeamia tai lisä- ja muutostyö kirjauksia ei voi poistaa, vaikka ne olisivat virheellisiä. Tämän takana on ajatus, ettei projektiin tehtyjä kirjauksia voi poistaa, vaan ne voidaan joko hyväksyä tai hylätä. Suuremmassa projektissa saattaa tulla todella paljon esimerkiksi mahdollisia lisä- ja muutostyöaiheita, joita kaikkia ei kuitenkaan viedä eteenpäin. Jos nämä kaikki kirjataan sovellukseen eikä niitä saa poistettua, voi lopputulos olla sekava.

Erilaisten sovelluksella tehtävien dokumenttien muokkaaminen puhelimella tai tabletilla ei onnistu, vaan ne pitää muokata tietokoneella. Tämä aiheuttaa ylimääräistä työtä, jos esimerkiksi asennustapataarkastuksen dokumenttipohjasta puuttuu jokin erityinen tarkistuskohta. Tarkastuskohtien lisäämisen ja muokkaamisen pitäisi olla tehtävissä laadittaessa dokumenttia.

7.4 Insinööriyön lisäarvo Bravidalle

Syksyllä 2018 Bravida konsernin yhteiseksi projektityökaluksi valittiin Dalux Field monista eri vaihtoehtoista. Suomessa sovellusta alettiin ottaa käyttöön uusissa alkavissa projekteissa keväällä 2019. Sovelluksen avulla haluttiin kehittää ja tehostaa projektityöskentelyä.

Tämän insinööriyön pääasiallisena tarkoituksena oli tehdä ohjevideoita sovelluksen käyttämisen avuksi ja kehittää Dalux Field -sovelluksen soveltuvuutta talotekniikkaurakoitsijan käyttöön. Insinööriyön osana tehdyt ohjeistusvideot ovat Bravidan sisäisessä verkossa kaikkien työntekijöiden käytettävissä. Videot kuvattiin Screencast-O-Matic-sovelluksella ja editoitiin Shotcut- videoeditointiohjelmalla.

Yhdessä Bravidan sovelluksesta käytöstä vastuullisen henkilön kanssa päätettiin, että tarve on kolmelle eri asiaa käsittelevälle videolle. Videot tehtiin seuraavista aiheista:

- projektin perustaminen
- tarkistuslistojen muokkaaminen ja tulostus
- Dalux Box -projektikansion asennus.

Projektin perustamista käsittelevällä videolla näytetään, kuinka uusi projekti perustetaan Dalux Field -sovellukseen. Työvaiheina siihen kuuluvat tietomallin ja suunnitelmien lataaminen sovellukseen sekä niiden linkittäminen toisiinsa, projektiin osallistuvien henkilöiden kommunikaatioketjun luominen ja projektiin sopivien tarkistuslistojen ja itseluovutus mallipohjien valinta.

Tarkistuslistojen muokkaamista ja tulostamista käsittelevällä videolla muokataan esimerkkinä itseluovutuspyytäkirja paineilmajärjestelmästä, jonka mallipohjaa ei ole sovelluksessa valmiina. Videon lopuksi tulostetaan tehdyt dokumentit tiedostoksi.

Dalux Box -projektikansion asennusta käsittelevällä videolla asennetaan projektikansio tietokoneelle. Tämä alkaa sovelluksen lataamisella Daluxin nettisivuilta, jonka jälkeen se asennetaan. Kullekin projektille luodaan oma projektikansio, johon ladataan projektissa

tarvittavat dokumentit ja tiedostot. Tätä projektikansiota voi käyttää niin työmaalta kuin toimistosta.

Videoista saatu palaute on ollut positiivista. Videoiden käyttäjämäärät ovat vielä olleet varsin vähäisiä, mutta kun sovellus alkaa tullemaan Bravidalla laajasti käyttöön tulee niille varmasti tarvetta. Videot tulevat palvelemaan erityisesti vähemmän tietokoneita ja soveluksia käyttäneitä henkilöitä. Kattavammalla otannalta palautetta tullaan saamaan myöhemmin, kun sovelluksen käyttäjämäärät lisääntyvät.

8 Yhteenveto

Tällä insinööriyöllä pyrittiin kehittämään ja helpottamaan uuden projektityökalun käyttöönottoa Bravida Finland Oy:ssä. Projektityökalulla toteutetaan talotekniikkaurakoiden laadunvarmistuksen dokumentit digitaalisesti. Insinööriyön tuotoksena ovat ohjeistusvideot, joista projektihenkilöt saavat tukea ottaessaan uuden projektityökalun käyttöön. Videot ovat bravidalaiten saatavilla yrityksen intranetissä.

Insinööriyön tuotoksille asetetut tavoitteet täyttyivät. Työn jatkamiselle ei nähdä tällä hetkellä tarvetta, sillä Bravidalla on myös tukihenkilöitä sovelluksen käyttöön liittyvissä asioissa. Työssä tehtyjen videoiden suuremman käyttäjäryhmän palaute saadaan myöhemmin, kun käyttäjiä projektityökalulle tulee lisää.

Insinööriyön tekemisen aikana havaittiin digitaalisten työkalujen tuomat hyödyt työnjohtajan kentällä työskentelyssä. Suunnitelmien ja tietomallin sujuva käyttö puhelimella helpottaa työskentelyä työmaalla paljon. Myös dokumenttien luonti helpottuu, ja niiden tekemiseen on pienempi kynnys, kun ne voi tehdä puhelimella. Havaittiin myös, että työmaalla olisi hyvä olla tabletti, jonka avulla asentajat voivat käyttää tietomallia Dalux Field-sovelluksessa. Käyttäessäni insinööriyön aikana Dalux Field-sovellusta, voin todeta sen soveltuvan erittäin hyvin projektityökaluksi sekä työnjohtajille että asentajille. Työssä ei vertailtu kilpailijoiden vastaavia tuotteita, eikä arvioitu sovelluksen tuottamaa lisäarvoa suhteessa kuukausittaiseen lisenssimaksuun.

Insinööriyöprosessin aikana opin talotekniikkaurakoinnin laadunhallinnasta ja -varmistuksesta paljon. Projektinjohtajan näkökulmasta laadunhallintaprosessi alkaa jo projektin alkuvaiheessa, kun suunnitellaan aikataulua, hankintoja ja resursseja. Jos näissä epäonnistutaan, on koko projektin laatu vaarassa. Sisäistin myös ajoissa tehtyjen itselle luovutuksien tärkeyden ja niissä ilmenneiden puutteiden välittömän korjauksen laadun varmistamiseksi. Havaitsin myös, kuinka hyviä tietolähteitä urakoitsijalle on tarjolla. Näistä esimerkkeinä mainittakoon Talotekniikan Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2002 osat 1 ja 2 sekä Rakennustieto Oy:n tuottama LVI-ohjekortisto. Näissä tietolähteissä on kattavasti määräyksiä, tietoa ja ohjeita talotekniikan asennustekniikasta, tarkastuksien ja testauksien toteuttamisesta käytännössä sekä laadunvarmistuksesta. Opin myös arvioimaan eri lähteitä kriittisesti, sillä esimerkiksi laadusta löytyi valtavasti artikkeleita ja lähteitä, joista osassa oli vanhaa tai väärää tietoa.

Lähteet

Bravida Intranet. Tietoa Bravidasta. Verkkoaineisto. Bravida Finland Oy.
<<http://brain.corp.bravida.com/fi/Finland/Tietoa-Bravidasta1/>>. Luettu 11.1.2019.

Bravida Intranet. Koulutusmateriaalia. Verkkoaineisto. Bravida Finland Oy.
<<http://brain.corp.bravida.com/fi/Finland/Koulutusmateriaalia1/>>. Luettu 4.4.2019.

Built Environment Services Oy. 2016. Digiselvitys 2016. Verkkoaineisto. <http://bes.fi/wpcontent/uploads/2016/05/KIRA_Digiselvitys_2016.pdf> Luettu 9.3.2019.

Dalux. 2019. Verkkoaineisto. <<https://www.dalux.com/dalux-build/>> Luettu 5.3.2019.

Itkonen Juha. 26.10.2015. Blogi: Kiihdyttääkö digitalisaatio talouskasvua?. Suomen Pankki. Verkkoaineisto. <<https://www.eurojatalous.fi/fi/blogit/2015-2/kiihdyttaako-digitalisaatio-talouskasvua/>>. Luettu 12.3.2019.

Kankainen Jouko. Junnonen Juha-Matti. 2001. Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatutoiminnot. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Karsimus, Pekka. Taloteknisten töiden ja järjestelmien vastaanotto. Oulun tilakeskus-koulutus. Verkkoaineisto. <http://docplayer.fi/3199766-Taloteknisten-toiden-ja-jarjestelmien-vastaanotto-tekniset-mittaukset-ja-toiminnallisuuden-toteamisen-periaatteet-tate-lvisa.html>>. Luettu 18.2.2019.

Kiviniemi Tero. 2016. Laatu on ilmaista mutta laaduttomuus maksaa. Rakentamisen Laatu RALA ry. Verkkoaineisto. <<https://www.rala.fi/ajankohtaista/blogit/laatu-on-ilmaista-mutta-laaduttomuus-maksaa/>> Luettu 13.3.2019.

Laatukäsikirja. 2016. Bravida Finland Oy.

Lohilahti Jonna. 2017. Rakennusalalla työn tuottavuus ei ole juuri kasvanut 40 vuodessa – ongelmana on ollut vuoropuhelun puute. Helsingin Sanomat 2.9.2017 Helsinki: Sanoma Media Finland Oy.

LVI 03-10630. Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely. 2018. Prosessikuvaus. Rakennustieto Oy.

LVI 03-10631. Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely. 2018. Tehtävät ja dokumentointi. Rakennustieto Oy.

Mäkinen Risto. 1997. Rakentamisen vastuut ja laatu. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Pesonen Herkko. 2007. Laatua! Asiantuntijaorganisaation laatuopas. Juva: Infor Oy

Plessner Stefan & Teisen Ole. 12/2018. Quality Management and Digitalization for Building Performance. The REHVA European HVAC Journal.

Punkki Jouni. Ei päiväystä. Rakentamisen ekologisuus. Verkkoaineisto. Rakennustieto Oy.

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. 1998. RT 16-10660. Rakennustieto Oy.

Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset Osa 1. 2002. Rakennustietosäätiö RTS, LVI-Keskusliitto ry ja Sähkötieto ry. Rakennustieto Oy.

Rakennustiedon KIRA-digi -hanke. Verkkoaineisto. Rakennustieto Oy. <<https://www.rakennustieto.fi/index/ajankohtaista/kiradigirakennustieto.html.stx>> Luettu 9.3.2019.

Romo Ilkka. 2017. Digiloikasta digilentoon. Verkkoaineisto. Skanska. <<https://blogit.skanska.fi/2017/10/digiloikasta-digilentoon/>>. Luettu 12.3.2019.

Seppänen, Olli. 2018. Onko tuotteen CE-merkintä laadun tae?. Verkkoaineisto. Finvac. <<https://www.finvac.org/blogi/2018/09/19/26350/?page2>> Luettu 2.3.2019.

Soininvaara Osmo. 18.3.2018. Asuntokolumni: Rakennusalalla on jotain mätää. Verkkoaineisto. Arvopaperi. <<https://www.arvopaperi.fi/uutiset/asuntokolumni-rakennus-alalla-on-jotain-mataa/ca86604f-c125-32e7-8f36-1f74499fcc73>> Luettu 11.3.2019.

Rakennustöiden laatu 2017. 2016. Talonrakennusteollisuus ry. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Tukes. CE-merkintä. Verkkoaineisto. <<https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/ce-merkinta>> Luettu 2.3.2019.

Rakentaminen 2018-2019. 27.9.2018. Verkkoaineisto. Valtionvarainministeriö. <<https://vm.fi/julkaisu?pubid=28301>> Luettu. 5.3.2019.

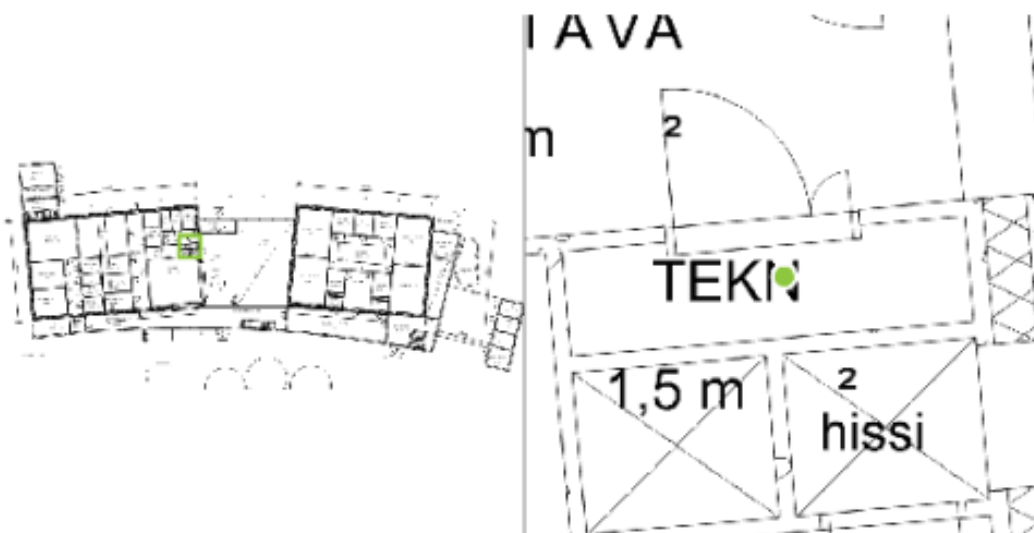
Vuoden putkiremontti - Kilpailun voitto Bravidalle toisen kerran peräkkäin. 30.1.2019. Lehdistötiedote. Bravida Finland Oy. <<https://www.bravida.fi/lehdisto/uutiset/2019/vuoden-putkiremontti--kilpailun-voitto-bravidalle-toisen-kerran-perakkain/>>. Luettu 28.2.2019.

Liite 1. Koepainepöytäkirja

Tämä koepainepöytäkirja on laadittu puhelimella Dalux Field -sovelluksen avulla.

KPP1 Koepainepöytäkirja

Projekti	Bravida Helsinki testiprojekti	Luotu	Mika Niskanen
Projekti no.	123456789	Luotu	22. maaliskuuta 2019, 10.20
Rakennus	Päiväkot	Viimeksi muokattu	Mika Niskanen
Kerros	Kerros 1	Viimeksi muokattu	22. maaliskuuta 2019, 10.20
Piirustus	Paivakoti_1krs.dwg	Tila	Valmistunut
Huone	TEKN.TILA 160		



Painekokeen kohteena oleva putkiston osuus:	A-osa 1. ja 2.kerros
Muutoksen tekijä	Mika Niskanen, 22. maaliskuuta 2019, 10.20

Painekokeen kohde	Lämpöjohtot
Muutoksen tekijä	Mika Niskanen, 22. maaliskuuta 2019, 10.20

Putkiston osa	Pystyrungot, Kerroskohtaiset rungot, Jako-/kytkentäjohto, Lämmitys-/jäähdytyslaitteet
---------------	---

Koko verkosta A-osalla
Muutoksen tekijä Mika Niskanen, 22. maaliskuuta 2019, 10.20

KPP1 Koepainepöytäkirja

Painekokeen suoritusKoepainepumppu
Rems Push

Muutoksen teki Mika Niskanen, 22. maaliskuuta 2019, 10.20

Painekokeen kesto:

30 minuuttia

Muutoksen teki Mika Niskanen, 22. maaliskuuta 2019, 10.20

Koepaine:

6 baaria

Muutoksen teki Mika Niskanen, 22. maaliskuuta 2019, 10.20

Putkisto-osuuden rajaus:Koko verkosto A-
osalla, B-osa
rajattu pois suluin

Muutoksen teki Mika Niskanen, 22. maaliskuuta 2019, 10.20

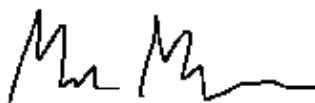
Painekokeen ajankohta:

20-03-2019 12:45

Muutoksen teki Mika Niskanen, 22. maaliskuuta 2019, 10.20

Valvoja:

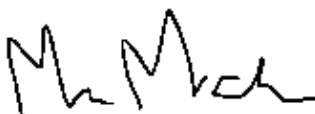
Muutoksen teki Mika Niskanen, 22. maaliskuuta 2019, 10.20



Maija Mallikas

Bravida Finland Oy:n edustaja

Muutoksen teki Mika Niskanen, 22. maaliskuuta 2019, 10.20



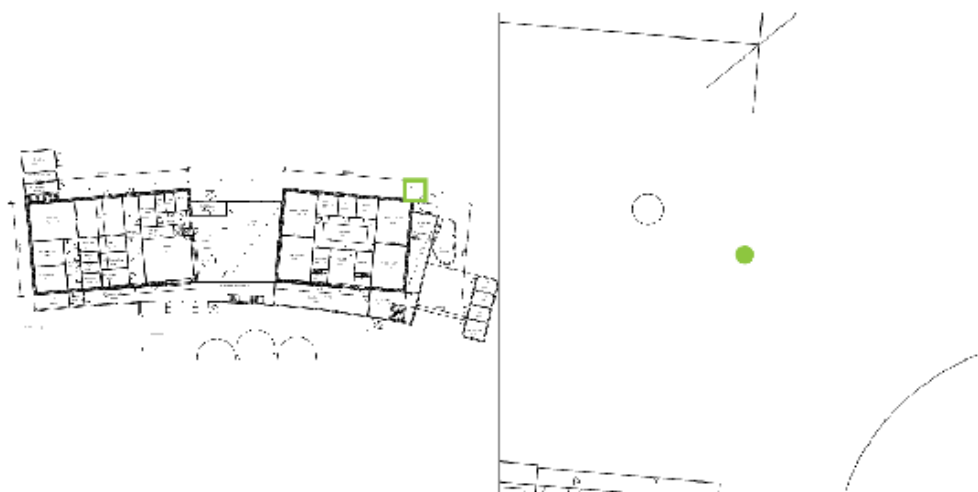
Matti Mallikas

Liite 2. Asennustapatarkastuksen dokumentti

Tämä asennustapatarkastuksen dokumentti on laadittu puhelimella Dalux Field sovel-
luksen avulla.

PTK2 Asennustapatarkastus

Projekti	Bravida Helsinki testiprojekti	Luotu	Mika Niskanen
Projekti no.	123456789	Luotu	25. maaliskuuta 2019, 12.06
Rakennus	Päiväkoti	Viimeksi muokattu	Mika Niskanen
Kerros	Kerros 1	Viimeksi muokattu	25. maaliskuuta 2019, 12.06
Piimustus	Paivakoti_1krs.dwg	Tila	Valmistunut



Osallistujat	Maija Mallikas
Bravidan edustaja	Mika Niskanen

Asennuskohde

PTK2 Asennustapatarkastus

Asennuskohde:

Sadevesiviemärit,
rännikalvat ja
SVTK 1

Muutoksen tekijä Mika Niskanen, 25. maaliskuuta 2019, 12.00



25. maaliskuuta 2019, 12.03

Tarkastuspiste 1:

Hyväksytty

Käytetty materiaali

Muutoksen tekijä Mika Niskanen, 25. maaliskuuta 2019, 12.00

Tarkastuspiste 2:

Hyväksytty

Suunnitelmien mukaisuus, asennustapa

Muutoksen tekijä Mika Niskanen, 25. maaliskuuta 2019, 12.00

Tarkastuspiste 3

Hyväksytty

Kalvojen korot ja viemäreiden kaadot

Muutoksen tekijä Mika Niskanen, 25. maaliskuuta 2019, 12.00

Tarkastuspiste 4

Hyväksytty

Käyttö- ja turvallisuusohjeet huomiota

Muutoksen tekijä Mika Niskanen, 25. maaliskuuta 2019, 12.00

Päivämäärä

18-03-2019 08:15

Muutoksen tekijä Mika Niskanen, 25. maaliskuuta 2019, 12.00

PTK2 Asennustapatarkastus

Bravidan edustaja


Muutoksen teki Mika Niskanen, 25. maaliskuuta 2019, 12.00



Mika Niskanen

Tilaajan edustaja


Muutoksen teki Mika Niskanen, 25. maaliskuuta 2019, 12.00



Maija Mallikas

Liite 3. Työvaiheiden tarkastusdokumentti

Tässä liitteessä on erään projektin putkiurakan laadunvarmistuksen tarkastuskohteet.

LV - TYÖVAIHETARKASTUSTEN KOKONAISTILANNE											
	KELLARI	1. KRS A-osa	1. KRS B-osa	1. KRS C-osa	2. KRS A-osa	3. KRS A-osa	VANHA OSA	VESIKATTO			
ASENNUKSET											
1 VIEMÄRIT											
- ULKOPUOLISET VIEMÄRIT											
- JÄTEVESIVIEMÄRIT											
- NEUTRALOINTIVIEMÄRIT											
- SADEVESIVIEMÄRIT											
2 PUTKISTOT											
- VESIJOHDOT											
- LÄMMITYSPUTKISTOT											
- ERIKOISPUTKISTOT											
- Höyry- ja lauhdeputkistot											
- JÄÄHDYTYSPUTKISTOT											
- LTO-PUTKISTOT											
- LAUHDUTINPUTKISTOT											
- PUTKIERISTYKSET											
3 LÄMMITYSPATTERIT											
4 SANITEETTIKALUSTEET											
5 TEKNISET TILAT											
- LÄMMÖNJAKOKESKUS											
- IV-KONEHUONEET											
- PAISUNTA-AS. ESIPAINEN TARK.											
6 LAITE- JA KONEKYTKENNÄT											
- PALOPOSTIKAAPIT											
- PUHALINKONVEKTORIEN KYTKENNÄT											
- KIK-KONEKYTKENNÄT											
- EROTTIMET											
7 PAINEKOKEET											
- PATTERNVERKOSTO											
- JÄÄHDYTYSVERKOSTO											
- VESIJOHDOT											
- LAUHDUTUSVERKOSTO											
- ERIKOISPUTKISTOT											
- LTO VERKOSTO											
- Höyry- ja lauhdeverkosto											
- KAIKOLÄMPÖVERKOSTO											
- VIEMÄRIT											
- IV LÄMMITYS											
8 HUUHELLUT											
- PATTERNVERKOSTO											
- JÄÄHDYTYSVERKOSTO											
- VESIJOHDOT											
- LAUHDUTUSVERKOSTO											
- LTO VERKOSTO											
- KAIKOLÄMPÖVERKOSTO											
- VIEMÄRIT											
- IV LÄMMITYS											
LÄMMITYSVERKOSTON PEITTAUKSET											
VERKOSTONTÄYTÖT, ILMALUKSET											
LTO-LAUHDUTINVERKOSTON TÄYTÖ											
ESISÄÄTÖARVOJEN TARKISTUS											
VESIVIRTOJEN MITTAUS-JA SÄÄTÖ											
LKV-VERKOSTON SÄÄTÖ											
LÄMMITYSVERKOSTON LÄMPÖT. TARK.											
PAINEENSÄÄTÖARVOJEN TARKISTUS											
LAITE-PUTKISTO-VENTT. MERKINNÄT											
9 PEITTYVIEN TÖIDEN TARKASTUKSET											

/ = Aloitettu
X = Valmis
E = Ei urakassa

Hyväksytty
Nimi Pvm.